



中华人民共和国国家标准

GB 16556—2025
代替 GB/T 16556—2007

呼吸防护 自给开路式压缩空气呼吸器

Respiratory protection—Self-contained open-circuit compressed air
breathing apparatus

2025-08-29 发布

2026-09-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类及标记 2

5 技术要求 2

6 测试方法 11

7 标识、包装和制造商提供信息 24

附录 A（规范性） 火焰吞噬测试方法 26

参考文献 31



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 16556—2007《自给开路式压缩空气呼吸器》，与 GB/T 16556—2007 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了分类及标记(见第 4 章,2007 年版的第 4 章)；
- b) 更改了呼气阻力的技术要求(见 5.5.2,2007 年版的 5.21.2)；
- c) 增加了应急空气呼吸器整体阻燃性的要求和火焰吞噬测试方法(见 5.8.2.2、6.9.4、附录 A)；
- d) 增加了呼吸器耐浸水性能要求及其测试方法(见 5.10、6.11)；
- e) 更改了面罩泄漏率、气密性和抗冲击性能的要求(见 5.11,2007 年版的 5.8.2、5.8.4 和 5.8.6)；
- f) 增加了面罩镜片防高速粒子冲击性能的要求(见 5.11)；
- g) 更改了减压器安全阀的技术要求及测试方法(见 5.19.2、6.16,2007 年版的 5.16.2 和 6.10)；
- h) 更改了电子压力表、电子报警器防爆技术要求(见 5.20.3、5.21.3,2007 年版的 5.17.3、5.18.3)；
- i) 更改了温度和火焰适应性测试方法(见 6.9,2007 年版的 6.5)；
- j) 增加了中压辅助接头的技术要求及其测试方法(见 5.22、6.14.2)；
- k) 增加了快速充气装置的技术要求及其测试方法(见 5.23、6.19)；
- l) 增加了气瓶快换装置的技术要求及其测试方法(见 5.24、6.20)；
- m) 增加了压力平视显示装置的技术要求及其测试方法(见 5.25、6.21)；
- n) 增加了报警器低温报警性能测试方法(见 6.18.3)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1996 年首次发布为 GB 16556—1996,2007 年第一次修订为 GB/T 16556—2007；

——本次为第二次修订。

呼吸防护 自给开路式压缩空气呼吸器

1 范围

本文件规定了自给开路式压缩空气呼吸器的技术要求、标识、包装和制造商提供信息，给出了分类及标记，描述了相应的测试方法。

本文件适用于工业和应急用自给开路式压缩空气呼吸器(以下简称空气呼吸器)。

本文件不适用于闭路式呼吸器、潜水呼吸器、逃生用空气呼吸器和负压式空气呼吸器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 1226 一般压力表
- GB 2626—2019 呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器
- GB 2890—2022 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5099.1 钢质无缝气瓶 第1部分：淬火后回火处理的抗拉强度小于1 100 MPa 的钢瓶
- GB/T 5099.3 钢质无缝气瓶 第3部分：正火处理的钢瓶
- GB/T 5099.4 钢质无缝气瓶 第4部分：不锈钢无缝气瓶
- GB/T 7307—2001 55°非密封管螺纹
- GB/T 12903 个体防护装备术语
- GB 14866—2023 眼面防护具通用技术规范
- GB/T 23465—2009 呼吸防护用品 实用性能评价
- GB/T 28053 铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB 31975 呼吸防护 压缩空气技术要求
- GB/T 32166.2—2015 个体防护装备 眼面部防护 职业眼面部防护具 第2部分：测量方法
- GB/T 34527 空气呼吸器用气瓶阀技术条件

3 术语和定义

GB/T 12903 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自给开路式压缩空气呼吸器 self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus

利用面罩与人员面部周边密合，使佩戴人员呼吸器官、眼睛和面部与外界有毒有害空气或缺氧环境完全隔离，人员自身携带洁净压缩空气作为呼吸气源，呼出气体直接排入环境空气中的一种呼吸器。

3.2

应急空气呼吸器 self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus for fire-fighting and emergency services

承担消防、危化品处置、救援等应急任务的作业人员使用的一种自给开路式压缩空气呼吸器。

3.3

工业空气呼吸器 self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus for industrial services

除应急空气呼吸器适用领域外,矿山、石油化工、工贸、冶炼、交通运输、市政建筑、公用事业等其他各行业作业人员使用的一种自给开路式压缩空气呼吸器。

3.4

静态压力 static pressure

在供气阀正压装置开启后,空气呼吸器气路平衡时面罩腔体内的压力。

4 分类及标记

4.1 分类

4.1.1 按适用场合分类

按其适用场合,空气呼吸器分为:

- a) 工业空气呼吸器,标记代号:GY;
- b) 应急空气呼吸器,标记代号:YJ。

4.1.2 按气瓶材质分类

按气瓶材质类型,空气呼吸器分为:

- a) 钢质无缝气瓶,标记代号:G;
- b) 铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶(简称“复合气瓶”),标记代号:F。

4.1.3 按气瓶公称容积分类

空气呼吸器的气瓶公称容积应不小于 3 L、不大于 12 L。气瓶按其实际公称容积数值,可标记为 3、4.7、6.8、8、9、12 等。

4.2 标记

产品标记由产品名称、本文件编号、空气呼吸器适用场合类别、气瓶材质类别、气瓶公称容积和气瓶公称工作压力等六部分组成。

示例 1: 应急空气呼吸器,采用铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶,气瓶公称容积为 9 L、公称工作压力 35 MPa,其标记为:自给开路式压缩空气呼吸器 GB 16556-YJ-F-9-35 MPa。

示例 2: 工业空气呼吸器,采用钢质无缝气瓶,气瓶公称容积为 6.8 L、公称工作压力 30 MPa,其标记为:自给开路式压缩空气呼吸器 GB 16556-GY-G-6.8-30 MPa,或自给开路式压缩空气呼吸器 GB 16556-GY-G-6.8-30 MPa。

5 技术要求



5.1 材料

按 6.3 和 6.8 规定的方法检查,空气呼吸器所用材料应满足以下要求:

- a) 空气呼吸器所使用的材料应具有足够的机械强度、抗疲劳和抗老化能力,在正常使用中不应出

现破损和影响使用效果的变形；

- b) 若制造商声称其呼吸器可用于潜在爆炸环境,在使用过程中可能会处于爆炸环境的部件如使用铝、镁、钛及其合金材料,应采取涂层或其他材料包覆,制造商应提供相应的风险评估声明；
- c) 空气呼吸器上与佩戴者的皮肤直接接触或可能影响呼吸空气质量的部件,不应采用已知的可导致皮肤刺激或对健康产生任何不利影响的材料；
- d) 空气呼吸器所用的材料应能耐受制造商推荐的清洗剂和消毒剂,按制造商推荐的清洗方法和消毒方法处理后应无明显损伤。

5.2 结构

按 6.3 和 6.8 规定的方法检查,呼吸器的结构应满足以下要求：

- a) 空气呼吸器结构应简单、紧凑,应在无他人协助下、由佩戴者自行完成佩戴和使用,通过狭小通道时空气呼吸器应不易被攀挂；
- b) 空气呼吸器应结实可靠,能承受使用中可能遇到的、与其类别相适应的粗暴使用现象,空气呼吸器处于任何方向时应能保持其全部功能,所有可调节的部件和控制阀在使用中不应出现意外变动；
- c) 佩戴者在卸除空气呼吸器背具而仍戴着面罩时,应能继续从空气呼吸器上进行呼吸；
- d) 需要佩戴者操作的空气呼吸器部件应触手可及,并便于通过用手触摸加以识别；
- e) 空气呼吸器气瓶阀的安装位置应方便佩戴者在佩戴状态下自行开关气瓶；
- f) 可能与佩戴者接触的空气呼吸器零部件表面应无锐边和毛刺；
- g) (同一类别的)空气呼吸器使用不同规格的气瓶时,应不使用专用工具即可更换气瓶；当制造商声明其空气呼吸器可使用不同规格的气瓶时,应确定其最恶劣的使用情况,制造商应提供相应的风险评估声明；
- h) 配置一个以上气瓶的空气呼吸器应在每个气瓶上设置独立的气瓶阀；
- i) 同一台空气呼吸器上不能同时装配公称工作压力不同的气瓶,不能将较高公称工作压力的气瓶配备到较低公称工作压力空气呼吸器上。

5.3 质量

完整待用的整套空气呼吸器质量应不大于 18 kg(含面罩、气瓶保持公称工作压力)。按 6.4 进行测试。

5.4 气密性

5.4.1 低压气密性

不带全面罩的空气呼吸器应在 750 Pa 的正压和负压下进行气密测试。在压力稳定后,压力变化在 1 min 内应不大于 30 Pa。按 6.5.1 的规定进行测试。

5.4.2 高压气密性



压力变化在 1 min 内应不大于 2 MPa。按 6.5.2 的规定进行测试。

5.5 呼吸阻力

5.5.1 吸气阻力

按 6.6 的规定进行测试,在模拟呼吸的状态下,从气瓶公称工作压力至 1 MPa 的范围内,空气呼吸器面罩腔体内应始终保持正压,吸气阻力应不大于 500 Pa。

5.5.2 呼气阻力

按 6.6 的规定进行测试,在模拟呼吸的状态下,从气瓶公称工作压力至 2 MPa 的范围内,呼气阻力应不大于 1 000 Pa;在气瓶压力为 1 MPa~2 MPa 的范围内,呼气阻力应不大于 700 Pa。

5.6 静态压力

平衡条件下,面罩腔体内的静态压力应不大于 500 Pa,且应不大于排气阀的开启压力。按 6.7 的规定进行测试。

5.7 实用性能

5.7.1 空气呼吸器应进行模拟使用条件下的实用性能测试,用于检查本文件中其他测试项目所不能确定的空气呼吸器缺陷。按 6.8 和 6.9.5 的规定进行测试。

5.7.2 在任一活动中,任一受试者若由于空气呼吸器不适合其所设定的用途,而未能完成指定的活动,则认定该空气呼吸器不合格。

5.7.3 在完成所有活动之后,受试者应回答下列问题,并判断受试空气呼吸器是否能通过测试:

- a) 穿戴和脱除的便捷性;
- b) 头带的戴脱快捷性、可调节性、锁紧性和舒适性;
- c) 面罩的舒适性;
- d) 与皮肤的相容性;
- e) 背具和背具带的舒适性;
- f) 穿戴的舒适性和平衡性;
- g) 通过面罩眼窗观察的视线清晰情况,包括保明情况;
- h) 视野大小;
- i) 通话清晰情况;
- j) 带扣和连接件的锁紧性;
- k) 控制阀和压力表的伸手可及性;
- l) 警报器的操作性和有效性;
- m) 中压供气管的可操作性;
- n) 中压供气管对头部自由活动的影响情况;
- o) 呼吸的舒适性(例如温度、压力和气量);
- p) 由于空气流速或分布而引起的任何紧张或不适;
- q) 关于结构设计及其所用材料的其他意见;
- r) 受试者报告的其他意见。

5.8 温度和火焰适应性

5.8.1 温度适应性

5.8.1.1 一般要求

空气呼吸器应在-30℃~60℃之间无故障地工作,呼吸阻力应满足 5.8.1.2 和 5.8.1.3。如空气呼吸器可用于特殊温度区间(下限更低或上限更高),温度适应性应在制造商声明的最高适用温度和最低适用温度条件下进行。

5.8.1.2 低温条件下的呼吸阻力

按 6.9.1 的规定进行测试。测试期间,空气呼吸器面罩呼吸腔体内应始终保持正压,呼气阻力应不大于 1 000 Pa,各零部件应无开裂、异常收缩、发脆等现象。

5.8.1.3 高温条件下的呼吸阻力

按 6.9.2 的规定进行测试。测试期间,空气呼吸器面罩呼吸腔体内应始终保持正压,呼气阻力应不大于 1 000 Pa,各零部件应无开裂、异常收缩、发脆等现象。

5.8.2 阻燃性

5.8.2.1 材料和部件阻燃性

各材料和部件阻燃性能应满足以下要求。

- a) 背具、背具带、带扣和气瓶防护套等部件所用材料应具有阻燃特性。按 6.9.3.1 的规定进行测试,从火焰中移开后,不应燃烧;如果燃烧,续燃时间应不大于 5 s。
- b) 面罩、呼吸导管(连到面罩上)、中压供气管、供气阀等呼吸器部件应具有“自熄”特性。按 6.9.3.2 的规定进行测试,从火焰中移开后,不应燃烧;如果燃烧,续燃时间应不大于 5 s。部件在试验后可能有变形,应仍能满足 5.11 中 e) 气密性的要求,不应出现供气中断现象,且应符合 5.5 呼吸阻力的要求(按 6.6 测试,呼吸频率 40 次/min、潮气量 2.5 L/次)。

5.8.2.2 整体阻燃性

应急空气呼吸器在整体阻燃性能测试过程中,呼吸器全面罩内应保持正压,且吸气阻力应不大于 500 Pa,呼气阻力应不大于 700 Pa;呼吸器各部件在火焰熄灭后,续燃时间应不大于 5 s;在自由跌落试验后,不应出现呼吸器从金属人体模型上脱落或气瓶从呼吸器上脱落的现象。按 6.9.4 的规定进行测试。

5.8.3 耐热辐射性能

应急空气呼吸器的面罩、中压供气管、供气阀应进行耐热辐射测试。在 20 min 的热辐射试验后虽可能有变形,但应能保持密封,并符合 5.5 规定的呼吸阻力要求,不应出现供气中断现象、或出现使用者可观察到的其他故障。按 6.10 的规定进行测试。

5.9 抗微粒性能

空气呼吸器上供给压缩空气的部件,应能过滤压缩空气中的微粒。按 6.3 的规定进行检查。

5.10 耐浸水性能

空气呼吸器应在浸水测试后持续正常工作,应满足 5.5 呼吸阻力的要求。按 6.11 的规定进行测试。

5.11 面罩

面罩应满足以下要求。

- a) 面罩应为全面罩,按 6.3 的规定进行外观检查。
- b) 面罩密合框应与人面部轮廓紧密贴合,无明显压痛感;面罩的固定系统应具有足够的强度和弹性,并应根据佩戴者的需要调节,按 6.3 和 6.8 的规定进行测试。
- c) 面罩泄漏率(IL)应不大于 0.05%(以每个动作的 IL 为评价基础,即 10 人×5 个动作,每个动作的 IL 不应大于 0.05%),空气呼吸器完整装配状态下,按 GB 2890—2022 中 6.7 进行测试。

- d) 面罩内吸入气体中的二氧化碳含量应不大于 1%，按 6.12 的规定进行测试。
- e) 面罩应具有足够的气密性，按 GB 2626—2019 中 6.14 的规定进行测试，60 s 内全面罩内的压力变化应不大于 100 Pa。
- f) 面罩应视野开阔，视物真实无畸变。面罩镜片的透光率应不小于 85%，按 GB/T 32166.2—2015 中 5.3 的规定进行测试；总视野应不小于 70%，双目视野应不小于 55%，下方视野应不小于 35°，按 GB 2890—2022 中 6.9 的规定进行测试。
- g) 面罩镜片应具有一定的抗冲击、抗破裂能力，应符合 GB 14866—2023 中 8.2 基本冲击防护性能的要求，按 GB/T 32166.2—2015 中 6.1.2(试样不做预处理)进行测试。
- h) 若制造商声称面罩具有防高速粒子冲击能力，应符合 GB 14866—2023 中 8.3 高速粒子冲击防护性能的要求(冲击速度 $120^{+3.0}_0$ m/s)，按 GB/T 32166.2—2015 中 6.6 的规定进行测试。

5.12 背具

按 6.8 规定的方法测试，背具应满足以下要求：

- a) 背具的结构造型应符合人体工程学原理，无局部压痛感；
- b) 背具应能使佩戴者在无人协助下快速、方便地穿戴和卸除空气呼吸器；背具应可调，且不应无意滑动或移位；
- c) 在实用性能测试中，佩戴者穿着空气呼吸器时应不会有不适和紧张的感觉；在蹲伏姿态时或在空间受限的环境中作业时，空气呼吸器应尽可能少地妨碍佩戴者的活动；
- d) 在实用性能测试的整个过程中，背具不应发生明显滑动和移位，仍能使空气呼吸器牢固地背负在佩戴者的身上。

5.13 中压供气管

5.13.1 抗挤压性能

中压供气管应柔韧不扭结，具有一定的抗挤压性能，按 6.13.1 的规定进行测试，空气流量的降低应不超过指定测试空气流量的 10%，测试结束 5 min 后，应无可观察到的扭曲。

5.13.2 耐压性能

连接到供气阀的中压供气管线(包括连接件)应能承受减压器安全阀工作压力的 2 倍压力或至少 3 MPa 的压力，取两者之间数值高者持续 15 min。按 6.13.2 的规定进行测试。

5.14 供气阀

供气阀应设置自动正压机构，并应便于与全面罩连接。按 6.3 的规定进行检查。

5.15 连接和连接部件

5.15.1 一般要求

空气呼吸器的连接件应易于拆卸，以便于进行清洗、检查和测试。所有可拆卸的连接件在拆卸后应易于用手工连接和紧固。连接件在正常使用和维修中拆开时，采用的密封件应不会脱落和移位。高压、中压和低压连接件应不能互换。按 6.3 和 6.8 的规定进行测试。

5.15.2 连接件(如装配)

空气呼吸器中压供气管和连接管(连接件和减压器之间的一段中压管)的扭曲不应影响连接件的安装、空气呼吸器的性能，以及导致中压供气管和连接管的脱离。连接件的结构应能防止气源的意外中

断。按 6.3 和 6.8 的规定进行测试。

5.15.3 全面罩、供气阀和中压供气管结合强度

中压供气管与全面罩接头、供气阀之间,或者全面罩接头与供气阀之间的结合强度应不小于 250 N。按 6.14.1 的规定进行测试,不应出现滑脱、断裂、变形和漏气现象。

5.15.4 中压辅助接头和空气呼吸器外接设备的连接(如装配)

中压辅助接头和空气呼吸器外接设备的连接部件结合强力应不小于 250 N。按 6.14.2 的规定进行测试。

5.16 高压部件

按 6.1 和 6.15 的规定进行测试,高压部件应满足以下要求:

- a) 金属高压管、阀和连接件应能承受 1.5 倍气瓶公称工作压力无破坏;
- b) 非金属部件应能承受 2 倍气瓶公称工作压力无破坏。

5.17 气瓶

钢质气瓶应符合 GB/T 5099.1、GB/T 5099.3 或 GB/T 5099.4 的规定。

铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶应符合 GB/T 28053 的规定。

按 6.3 的规定检查相应的出厂水压检测报告等资料。

5.18 气瓶阀

按 6.3 的规定进行外观检查、并查验相关符合性证明资料。气瓶阀应满足以下要求:

- a) 气瓶阀的设计应能确保安全性能,技术要求应符合 GB/T 34527;
- b) 气瓶阀应能防止压缩空气中可能含有微粒的堵塞和向外输送;
- c) 气瓶阀结构应能确保阀手柄在正常操作时不会完全从阀体上旋下,气瓶阀开启方向为逆时针;
- d) 气瓶阀的结构应使气瓶阀在开启后不会被无意关闭;
- e) 气瓶阀应设置爆破膜片,其爆破压力应为气瓶公称工作压力的 1.2 倍~1.5 倍;
- f) 气瓶阀的输出端螺纹为内螺纹,螺纹尺寸为 G5/8,其公差应符合 GB/T 7307—2001 中表 1 的规定。

5.19 减压器

5.19.1 一般要求

空气呼吸器应设置减压器,中压段任一可调节的部件应牢固地锁紧,并采取适当的密封措施,使得能够观察出非正常调节。减压器的输出端应设置安全阀。按 6.3 检查。

5.19.2 减压器安全阀

减压器安全阀应满足以下要求。

- a) 制造商应提供减压器安全阀的输出压力最大设计值信息。
- b) 减压器安全阀应能在输入不超过 3 MPa 的气压下通过 400 L/min 空气流量。减压器安全阀工作时,吸气阻力和呼气阻力不应超过 2 500 Pa。按 6.16.1 进行测试。
- c) 安全阀的开启压力与全排气压力应在减压器输出压力最大设计值的 110%~170% 范围内,安全阀的关闭压力不应小于减压器的最大压力设计输出值。按 6.16.2 进行测试。

5.20 压力表及其连接管

5.20.1 一般要求

按 6.1、6.3 和 6.8 的规定进行检查和测试,压力表及其连接管应满足以下要求。

- a) 空气呼吸器上应安装符合 GB/T 1226 规定的压力表。压力表在气瓶阀打开时,应能读出气瓶中的压力,以便能分别测量单瓶压力或平衡压力。
- b) 压力表量程的最低值应为 0,最高值应比气瓶公称工作压力超出 5 MPa 以上,精确度等级应不低于 2.5 级,最小分格值应不大于 1 MPa。
- c) 压力表的位置应使佩戴者能方便地读出压力值。
- d) 压力表上的压力值在光照不良条件下应明显易读。
- e) 压力表外壳应装橡胶防护套,压力表管线应足够结实,能承受使用中可能遇到的、与其空气呼吸器类别相适应的粗暴使用;当连接管被外套保护时,所封闭的空间应通向大气。
- f) 压力表应防水,水下 1 m、30 min 的浸泡测试后压力表内不应有水。按 6.17.1 进行测试。
- g) 当从空气呼吸器上拆除压力表和连接管后,在 20 MPa 压力下漏气量应不大于 25 L/min。按 6.17.2 进行测试。

5.20.2 指针式压力表

压力表应配备爆破片,以保护使用者免受伤害。压力表视窗应采用在破裂时不产生碎片的材料制成。按 6.3 的规定进行检查。

5.20.3 电子压力表(如装配)

如用于潜在爆炸环境,电子压力表应为本质安全型,应符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.4 要求,至少满足 Ex ib IIC T3 Gb 级要求。按 6.3 进行检查。

5.21 警报器

5.21.1 一般要求

按 6.3 和 6.18 的规定进行检查和测试,警报器应满足以下要求。

- a) 在任何情况下,警报器和压力表(见 5.20)所提供的信息应是互补的。
- b) 空气呼吸器应设置合适的警报器,当气瓶压力下降到预定值时可向佩戴者发出警报。
- c) 警报器应在打开气瓶阀时自动启动。
- d) 当气瓶压力下降至 (5.5 ± 0.5) MPa,或当气瓶中剩余气体至少为 200 L,警报器应启动报警。
- e) 警报器启动后,应发出连续声响警报或间歇声响警报,距离 1 m 处声压级应不小于 90 dB(A),声响频率范围应在 2 000 Hz~4 000 Hz 之间。连续声响警报的持续时间应不少于 15 s;间歇警报声响应不少于 60 s。之后,警报器应继续报警,直到气瓶压力降至 1 MPa 为止。
- f) 警报器启动后,佩戴者应能继续正常使用空气呼吸器。

5.21.2 气动警报器

从启动报警至气瓶压力降至 1 MPa 为止,警报器的平均耗气量应不大于 5 L/min。警报器应能继续在温度为 0℃~10℃、相对湿度为 90%的条件下正常工作。按 6.18 的规定进行测试。

5.21.3 电子警报器(如装配)

如用于潜在爆炸环境,电驱动警报器应符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.4 要求,至少满足 Ex ib

IIC T3 Gb 防爆等级要求,用于矿山开采业时应至少满足 GB/T 3836.4 中 Ex ib I 级的规定。按 6.3 进行检查。

5.22 中压辅助接头(如装配)

5.22.1 一般要求

中压辅助接头应满足以下要求:

- 中压辅助接头的设置应使空气呼吸器佩戴者能够在无人协助的情况下自行操作(连接或卸开),或脱除空气呼吸器,按 6.8 进行测试评估;
- 当不使用中压辅助接头时,接头应能自行密封,接头应有保护设计以免受污染,按 6.3 进行检查、按 6.8 进行测试评估;
- 中压辅助接头连接后,在正常使用受到 250 N 的拉力时应不会脱落或出现漏气现象,按 6.14.2 进行测试。

5.22.2 用作输出接头

中压辅助接头用作可向第二人提供气源的输出接头时,还应满足以下要求:

- 配置输出接头的空气呼吸器,其公称工作压力下的贮气量应不小于 1 600 L(标准状态下),按 6.3 进行检查;
- 当从输出接头流出 110 L/min 的气流时,空气呼吸器应满足 5.5 中呼吸阻力的要求,按 6.6 进行测试;
- 当制造商确定了一种匹配的救援装备,气流从输出接头流出时,空气呼吸器应满足 5.5 中呼吸阻力的要求(呼吸频率 25 次/min、潮气量 2.0 L/次),按 6.6 进行测试。

5.22.3 用作输入接头

当中压输入辅助接头用于从外界中压气源向空气呼吸器供气时,应确保空气呼吸器气瓶正常工作。按 6.3 和 6.8 进行检查和测试。

5.22.4 用作复合接头

当中压辅助接头兼作输出接头和输入接头时,应同时满足 5.22.1、5.22.2 和 5.22.3 的技术要求。

5.23 快速充气装置(如装配)

空气呼吸器快速充气装置应符合以下要求。按 6.3 进行检查、按 6.19 进行测试。

- 快速充气装置输入接头在呼吸器上的安装位置应方便操作。输入接头的外形尺寸应符合图 1。
- 快速充气装置输出接头应与输入接头相匹配,连接后不应出现漏气现象。
- 快速充气装置的输入接头、输出接头应有防护套,并各自自行密封。
- 快速充气装置的连接管经水压测试(按气瓶公称工作压力的 2 倍进行)后应无渗漏和异常变形。
- 快速充气装置的输出接头应能在气瓶压力为公称工作压力的情况下连接或断开。
- 当相同公称容积的气瓶之间对充时,气瓶压力平衡的时间不应大于 1 min。
- 在充气过程中,当气瓶压力达到 6 MPa 时,以呼吸频率 40 次/min,潮气量 2.5 L/次呼吸,呼吸器的全面罩内应始终保持正压,且呼气阻力不应大于 1 000 Pa。按 6.19.4 进行测试。

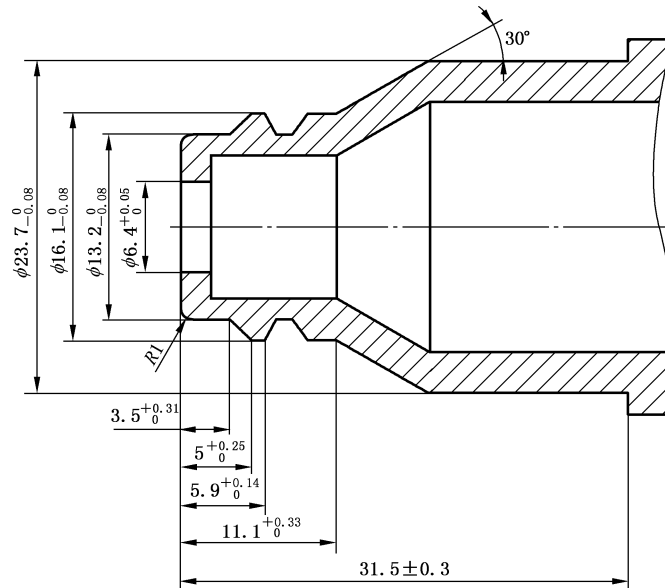


图 1 快速充气输入接头的外形尺寸

5.24 气瓶快换装置(如装配)

空气呼吸器的气瓶快换功能,应符合以下要求。按 6.3 进行检查、按 6.20 进行测试。

- 气瓶快换装置由母端和公端两部分组成,母端应安装在减压器进气通道上,公端应能与气瓶阀连接;
- 气瓶快换装置母端与公端插接后在公称工作压力内不应出现漏气现象;
- 气瓶快换装置应在无气压状态下插接和脱离操作;
- 气瓶快换装置插接通气后应具有防松脱保险机构;
- 同一品牌的气瓶快换装置,母端与公端具备互换性。

5.25 压力平视显示装置(如装配)

5.25.1 一般要求

压力平视显示装置可采用无线或有线连接。压力平视显示装置不应妨碍佩戴者的视线和头部的转动,且无论头部是否摆动,佩戴者都应看到 LED 的工作状态。按 6.3 进行检查。

5.25.2 显示方式

压力平视显示装置应采用 LED 显示方式。当气瓶压力在 30 MPa~10 MPa 时,绿灯常亮;当气瓶压力在 10 MPa~6 MPa 时,黄灯常亮;当气瓶压力在 6 MPa 以下时,红灯一直闪亮。当压力平视显示装置的电源处于低电压时,黄灯一直闪亮。当发射装置与显示装置配对时,蓝灯一直闪亮;当配对成功后,蓝灯应熄灭。按 6.3 进行检查。

5.25.3 按键颜色

发射装置与显示装置上如果装有按键,电源按键的颜色应为红色,对码按键的颜色应为蓝色;电源与对码共用一个按键时,按键的颜色应为蓝色。按 6.3 进行检查。

5.25.4 发射装置与显示装置的配对

当采用无线连接时,发射装置与显示装置的配对应具有唯一性。

配对方式可采用自动配对或人工配对。人工配对应采用下列两种方式之一:

- a) 当发射装置与显示装置都有对码按键时,在不带气压的状态下,长按发射装置的对码按键,直至发射装置的蓝灯闪亮时松开;长按显示装置的对码按键,直至显示装置的蓝灯熄灭、红灯闪亮时松开;
- b) 当发射装置没有对码按键、显示装置有对码按键时,在不带气压的状态下,卸下发射装置的电池并重新安装;当发射装置的蓝灯闪亮时,长按显示装置的对码按键,直至显示装置的蓝灯熄灭、红灯闪亮时松开。

按 6.21.1 的规定进行测试。

5.25.5 连接线与显示装置端、压力传感器端的连接强度

当采用有线连接时,连接线与显示装置端、压力传感器端在承受 (156 ± 9) N 轴向拉力时,压力平视显示装置应正常工作。

按 6.21.2 的规定进行测试。

5.25.6 低电压状态下工作时间



压力平视显示装置的电源自低电压警报灯闪亮起,供电容量应能维持压力平视显示装置在绿灯常亮工作状态下至少 2 h。

按 6.21.3 的规定进行测试。

5.25.7 防爆等级

如用于潜在爆炸环境,压力平视显示装置应为本质防爆型,应符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.4 要求,至少满足 Ex ib IIC T3 Gb 级要求。按 6.3 进行检查。

5.25.8 外壳防护等级

压力平视显示装置的外壳防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中 IP67 的规定。

按 6.21.4 的规定进行测试。

6 测试方法

6.1 测试样品和测试环境条件

6.1.1 测试样品

除非测试项目另有要求,各项测试应包括 2 台空气呼吸器样品,一台为经过 6.2 温湿度预处理的样品、一台为未经预处理样品。样品应符合产品标识的描述,功能有效。

6.1.2 受试者要求

在实用性能测试中,受试者应满足 GB/T 23465—2009 中 4.2 的要求,受试者心率、血压等常规检测应合格。受试者具有一定空气呼吸器使用经验,面部外观适合佩戴面罩。

6.1.3 测试环境条件

除测试项目另有规定外(如温湿度适应性),测试应在以下环境条件下进行:

- a) 温度范围:16℃~32℃;
- b) 相对湿度范围:20%~80%。

6.2 温湿度预处理

将整套空气呼吸器样品从原包装中取出,确保气瓶压力为 10 MPa,按照顺序依次进行下列条件处理:

- a) 在 (70 ± 3) ℃、相对湿度小于 20%的高温试验箱中放置 (72 ± 3) h;
- b) 在 (70 ± 3) ℃、相对湿度 95%~100%的湿热试验箱中放置 (72 ± 3) h;
- c) 在 (-30 ± 3) ℃的低温试验箱中放置 (24 ± 1) h。

在进行每一步骤前,应在样品温度恢复至室温后至少 4 h 再进行后续测试。

6.3 外观检查

在实验室性能测试之前,应对呼吸器进行外观检查,包括对呼吸器的外观、结构、制造商提供的信息、相关声明材料和标识的检查,包括根据制造商的使用维护说明所进行的一些拆卸。根据各技术要求的需要,在进行实验室性能测试前和测试后,对样品进行目测外观检查,并报告结果。

6.4 质量测试

6.4.1 测试设备

台秤,量程至少包含 0 kg~25 kg,精度至少为 0.1 kg。



6.4.2 测试方法

将整套空气呼吸器(含所有功能部件、不含外包装,气瓶保持公称工作压力)放置到台秤上,称量 3 次,取平均值,精确至 0.1 kg。

6.5 气密性测试

6.5.1 低压气密性

关闭空气呼吸器的气瓶阀,将供气阀连接到一个可产生+750 Pa 的装置上(不带全面罩),并连接到一个压力计上进行正压气密性测试。在压力稳定后,观察 1 min 后的压力变化值。之后,调整系统压力为-750 Pa,进行负压气密性测试。

注:在气密测试时,必要时将警报器进行密封。

6.5.2 高压气密性

6.5.2.1 按照产品使用说明书将充满气(气瓶保持公称工作压力)的空气呼吸器组装好。

6.5.2.2 将全面罩佩戴在头模上,调整全面罩密合框与头模保持密合。

6.5.2.3 打开气瓶阀后,正压机构应启动。

6.5.2.4 打开气瓶阀,待空气呼吸器各部件全部受压后,关闭气瓶阀。观察呼吸器的压力表在气瓶瓶阀关闭后 1 min 内的压力下降值。

6.6 呼吸阻力测试

6.6.1 测试装置

测试装置包括:

- a) 呼吸模拟装置:呼吸频率至少包括 20 次/min~40 次/min,精度 ± 1 次/min;潮气量参数至少包括 1.5 L/次、2.0 L/次、2.5 L/次,精度 $\pm 5\%$;
- b) 压差计:量程至少为 0 Pa~1 500 Pa,精度为 1 Pa;
- c) 测试头模:在头模口部安装有呼吸管道。

6.6.2 测试条件

测试条件如下:

- a) 设置呼吸模拟装置的呼吸频率和潮气量参数:当气瓶压力为公称工作压力至 2 MPa 的范围时,呼吸频率 40 次/min、潮气量 2.5 L/次;当气瓶压力为 1 MPa~2 MPa 时,呼吸频率 25 次/min、潮气量 2.0 L/次;
- b) 将压差计的一端连接到测试头模的压力测量口,另一端通向大气;
- c) 将空气呼吸器面罩正确地佩戴在测试头模上,头模的呼吸接口同呼吸模拟装置相连,面罩应气密且没有变形。记录压差计的“零”读数。启动呼吸模拟装置,记录峰值压力。

6.6.3 吸气阻力

记录吸气时的峰值压力,用“零”读数校正,即得吸气阻力。

6.6.4 呼气阻力

使测试头模处于下列 5 个指定方向之一:

- a) 头顶向上,面向前方;
- b) 面部朝上;
- c) 面部朝下;
- d) 向左侧躺;
- e) 向右侧躺。

注意呼气时的峰值压力。记录峰值压力,用“零”读数校正,即得某一方向的呼气阻力。将测试头模放置在其他方向,重复上述测试步骤。5 个方向的最高数值即为呼气阻力。

6.7 静态压力测试

将空气呼吸器面罩正确地佩戴在测试头模上,头模的呼吸接口同呼吸模拟装置相连,调整面罩与头模保持良好密合且没有变形。在供气阀处于关闭状态下,完全打开气瓶阀,启动呼吸模拟装置做几次缓慢的呼吸,然后停止呼吸。观察排气阀有无漏气现象,如有漏气现象,应终止试验;如无漏气现象,当气路系统平衡时,记录面罩内的压力值。

6.8 实用性能测试

6.8.1 测试要求

6.8.1.1 应选用 2 台空气呼吸器样品,并通过表观检查和测试确认,确保空气呼吸器处于良好的工作状态,可以无危险地使用。

6.8.1.2 测试前,按制造商推荐的方法对样品进行清洗和消毒处理,气瓶充至公称工作压力。

6.8.1.3 按 GB/T 23465—2009 的相关规定选取 4 名受试者。受试者应熟悉此呼吸器或类似呼吸器的使用,如果受试者之前没有接触该类呼吸器,应先进行培训,确保受试者熟悉此呼吸器的使用。

6.8.1.4 在自然光照、温度为 16℃~32℃、相对湿度为 30%~80%、环境噪声不高于 80 dB(A)的条件下进行测试,并记录测试时的环境温度、湿度和噪声声压级。

6.8.1.5 受试者完成 6.8.2 和 6.8.3 的实用性能试验项目后,按照 5.7.3 对该空气呼吸器进行主观评价。

6.8.1.6 测试过程中发现的任何影响实用性能测试正常进行的呼吸器缺陷应进行详细记录,以便能够重复测试过程、获取测试结果。

6.8.2 行走试验项目

6.8.2.1 选取 2 名受试者,穿着普通作业服或消防员灭火防护服,佩戴空气呼吸器,以 6 km/h 的速度在平地上行走。试验应连续进行,试验中不得脱除空气呼吸器。试验时间选择 30 min 或空气呼吸器报警时终止试验(如小于 30 min)。

6.8.2.2 在试验期间,若警报器未启动工作,则应采用手动的方式将气瓶压力降低到警报器的警报压力范围内,以检查警报器的有效性。

6.8.3 模拟作业试验项目

选取 2 名受试者,穿着普通作业服或消防员灭火防护服,佩戴空气呼吸器完成以下动作,以模拟空气呼吸器的实际使用:

- a) 用绳子和滑轮装置将 25 kg 重物从地面提升 1.0 m 高度后放下,重复 30 次;
- b) 在全净空高度的平地上以 6 km/h 的速度行走,总长不少于 125 m;
- c) 在净空高度为 (1.3 ± 0.2) m 的平地上行走 5 min(总长约 140 m);
- d) 在净空高度为 (0.70 ± 0.05) m 的平地上爬行 5 min(总长约 70 m);
- e) 以正常姿态爬上、爬下垂直竖梯,爬梯总距离为 20 m,爬上和爬下过程中穿过一个 460 mm×460 mm 的正方形孔洞各一次[孔洞水平放置、距地面 (1.4 ± 1) m 高、板材厚度不超过 25 mm];
- f) 爬过一个宽 (0.70 ± 0.05) m、长 4 m 的狭窄区域,受试者应脱掉空气呼吸器,在仍能使用空气呼吸器呼吸的情况下,将空气呼吸器放在前面推出去,或者放在身后拉出来;
- g) 收放至少 15 m 长的消防水带一次;
- h) 在正常光照条件下对距离 (6 ± 0.1) m 远处、白色背景板上的 5 个随机英文字母进行辨认[字符高度 (100 ± 2) mm,宽度 (50 ± 1) mm]。

上述试验应在 30 min 内结束,动作的先后顺序可根据测试情况适当调整,应使受试者在试验后或试验间隙有足够时间进行相关测量。

第一阶段,试验应连续地进行约 15 min,不应脱除空气呼吸器。之后,受试者可休息 5 min,检查血压、心电、心率,或更换气瓶。

第二阶段,试验应继续进行直至完成 30 min 的整个试验。若在 30 min 内提前完成了动作,则受试者应在剩余时间里以 6 km/h 的速度行走。

6.9 温度和火焰适应性测试

6.9.1 低温适应性测试

6.9.1.1 取一台未经预处理的完整空气呼吸器(气瓶压力为公称工作压力),在温度为 (-30 ± 3) °C 的环境中应放置 (4 ± 1) h。使用复合气瓶时,则应放置至少 12 h。

6.9.1.2 将空气呼吸器置于环境试验箱并佩戴在头模上,并经由管路连接到试验箱外的呼吸模拟装置上,设定呼吸模拟装置的呼吸频率为 25 次/min、潮气量为 2.0 L/次。

6.9.1.3 完全开启气瓶阀,启动呼吸模拟装置,关闭环境试验箱门,运行至气瓶内压力降至 2 MPa 为止(测试过程中,头模保持头顶向上、面向前方)。

6.9.2 高温适应性测试

- 6.9.2.1 取一台未经预处理的完整空气呼吸器(气瓶压力为 10 MPa),在温度为 (60 ± 3) ℃、相对湿度不大于 50%的环境中应放置 (4 ± 1) h。使用复合气瓶时,则应放置至少 12 h。
- 6.9.2.2 将空气呼吸器置于环境试验箱并佩戴在头模上,并经由管路连接到箱外呼吸模拟装置上,设定呼吸模拟装置的呼吸频率为 40 次/min、潮气量为 2.5 L/次。
- 6.9.2.3 完全开启气瓶阀,启动呼吸模拟装置,关闭环境试验箱门,运行至气瓶内压力降至 2 MPa 为止(测试过程中,头模保持头顶向上、面向前方)。

6.9.3 材料和部件阻燃性测试

6.9.3.1 材料阻燃性测试

- 6.9.3.1.1 背具、背具带、带扣和气瓶防护套材料的阻燃性测试装置见图 2。测试装置主要由带流量控制阀的丙烷气瓶、压力表、回火消除器、样品支架和高度可调的燃烧喷嘴组成。丙烷纯度应不低于 95% (体积分数)。

单位为毫米

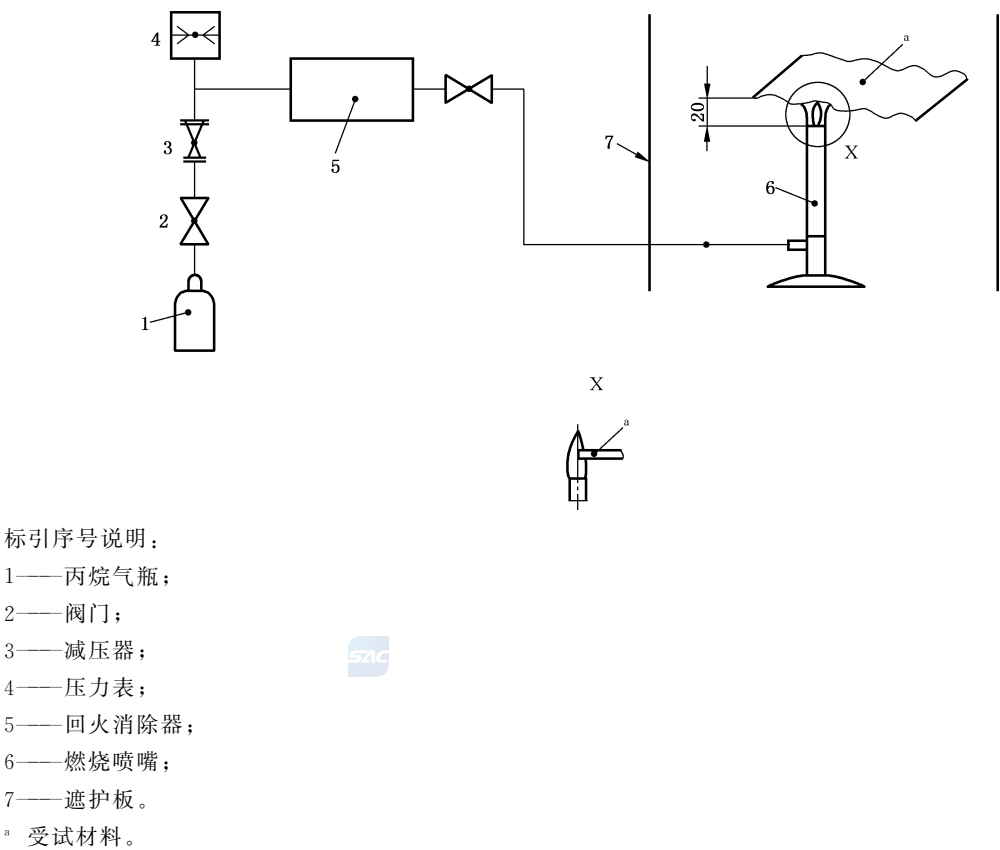


图 2 材料阻燃性测试装置

- 6.9.3.1.2 将受试样品水平放置在样品支架上,位于燃烧喷嘴之上。调节燃烧喷嘴的高度,使燃烧喷嘴的顶端距样品最底部的距离为 (20 ± 2) mm。在测试中,应使样品的某一边缘直接位于燃烧喷嘴之上。
- 6.9.3.1.3 移去燃烧喷嘴之上的样品,点燃燃烧喷嘴,通过控制丙烷气体的流量,调节火焰的高度为 (40 ± 4) mm,并使离燃烧喷嘴顶端 (20 ± 2) mm 处的温度为 (800 ± 50) ℃。使用直径 1.5 mm 的矿物绝缘热电偶探头监测温度。为了在规定的火焰高度达到要求的火焰温度,必要时可以将整套测试装置

与周围环境相隔离。

6.9.3.1.4 将样品放置在火焰中(12±0.5) s。要确保火焰的中心区能触及样品的边缘。

6.9.3.1.5 观察并报告样品是否有续燃现象,或是否存在对佩戴者的其他危害。

6.9.3.2 部件阻燃性测试

6.9.3.2.1 面罩、呼吸导管、中压供气管和供气阀的阻燃性测试装置示意图见图 3。测试装置主要由带流量控制阀的丙烷气瓶、流量计、压力表、回火消除器、样品支架和六个高度可调的燃烧喷嘴组成。丙烷纯度应不低于 95%。

单位为毫米

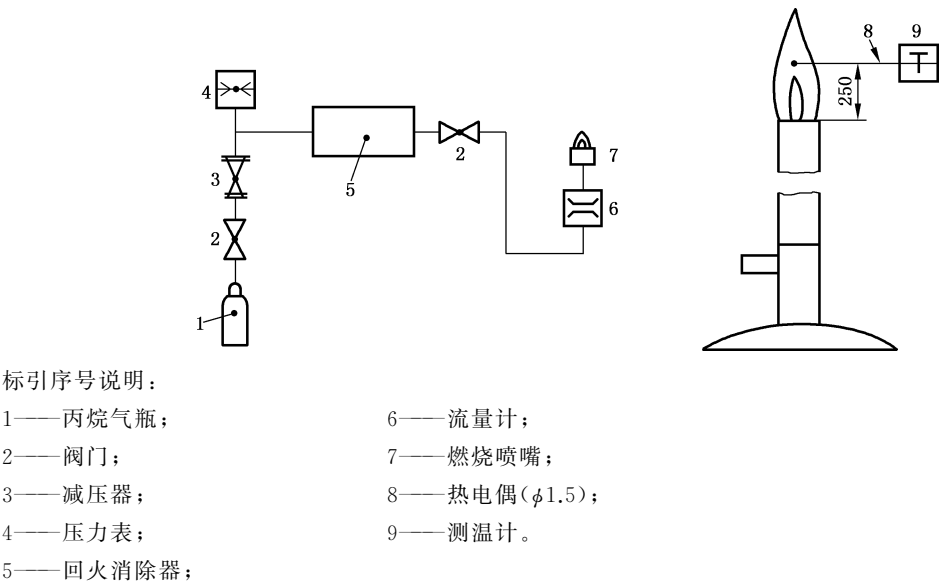


图 3 部件阻燃性测试装置

单位为毫米

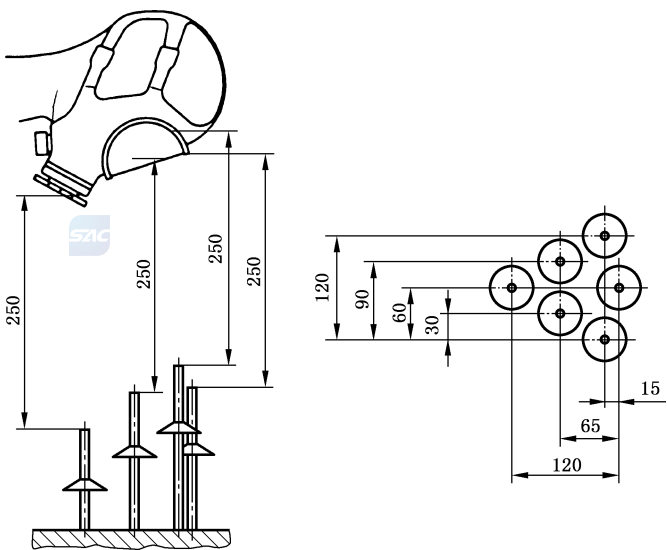


图 4 面罩阻燃性测试示意图

6.9.3.2.2 将受试样品放置在样品支架上,使外表面能直接暴露在火焰中。

6.9.3.2.3 点燃燃烧喷嘴之前,使受试样品位于六个燃烧喷嘴的中央,分别调节每个燃烧喷嘴的高度,使每个燃烧喷嘴顶端距离其正上方的样品不同部位的距离均为 250 mm,如图 4 所示。

6.9.3.2.4 移去燃烧喷嘴之上的样品,将六个燃烧喷嘴的丙烷控制阀完全打开、空气控制阀关闭。点燃燃烧喷嘴,调节丙烷气瓶的输出调节阀,使输出压力达到某一压力值,使得丙烷主管线的流量表指示对六个燃烧喷嘴的丙烷总流量为 (21 ± 0.5) L/min。

注:典型的压力范围为 30 kPa~125 kPa。

6.9.3.2.5 调节每个喷嘴火焰,确保离燃烧喷嘴顶端 250 mm 火焰中心区的温度至 (950 ± 50) °C。使用直径 1.5 mm 的矿物绝缘热电偶探头监测温度。所有燃烧喷嘴 250 mm 高度的火焰温度应在规定的范围内。

6.9.3.2.6 为了达到要求的火焰温度,必要时可以调节每个燃烧喷嘴的空气控制阀至最佳位置,并将整套测试装置与周围环境相隔离。

6.9.3.2.7 将样品直接暴露在火焰中 (5 ± 0.5) s。可通过不同样品分别对不同部件和方位进行测试或调整被测样品固定方向和位置重新测试,确保待测样品组件被直接暴露在火焰中。

6.9.3.2.8 检查并报告样品是否有续燃现象,或是否存在对佩戴者的其他危害。

6.9.3.2.9 面罩在进行燃烧测试前后应满足 5.11 中 e) 的面罩气密性测试要求,有条件的情况下,燃烧测试前后的气密性测试不应将面罩从头模上取下。

6.9.4 呼吸器整体阻燃性测试(火焰吞噬测试)

呼吸器整体阻燃性测试按附录 A 的方法进行,需要一套未经预处理、充气(公称工作压力)待用的空气呼吸器样品。

6.9.5 低温环境下实用性能测试

6.9.5.1 低温测试

6.9.5.1.1 样品准备

两台未经预处理、待用的空气呼吸器应在温度为 (-30 ± 3) °C 的环境中放置至少 (4 ± 1) h。使用复合气瓶时,则应放置至少 12 h。

6.9.5.1.2 测试步骤

两名穿戴暖和服装的受试者,佩戴上已在冷冻室内冷冻处理的空气呼吸器,在温度为 (-15 ± 3) °C 的环境中作业。测试应连续进行 30 min,或至少进行到警报器启动报警为止,测试中不得脱除空气呼吸器。

作业时间应在下述作业活动中均等地分配:

- a) 行走;
- b) 爬行;
- c) 携带积木等(质量 7 kg)移动 6 m,并堆砌成一造型(见图 5);
- d) 用绳子拖拉质量为 50 kg 的重物。

测试结束后,应在室温条件下按 6.6 测试呼吸阻力,以确定是否有任何阻塞,并应检查空气呼吸器是否存在低温造成的误操作。

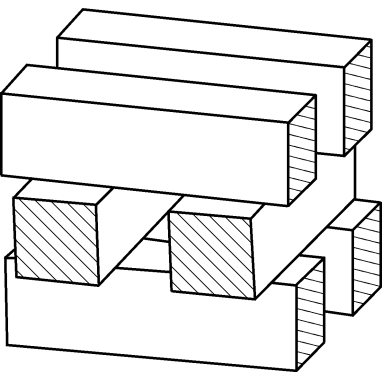


图 5 积木造型

6.9.5.2 室温贮存后的低温测试

6.9.5.2.1 样品准备

两台未经预处理、待用的空气呼吸器应在室温 16℃～32℃环境中放置至少 (4 ± 1) h。使用复合气瓶时,则应放置至少 12 h。

6.9.5.2.2 测试步骤

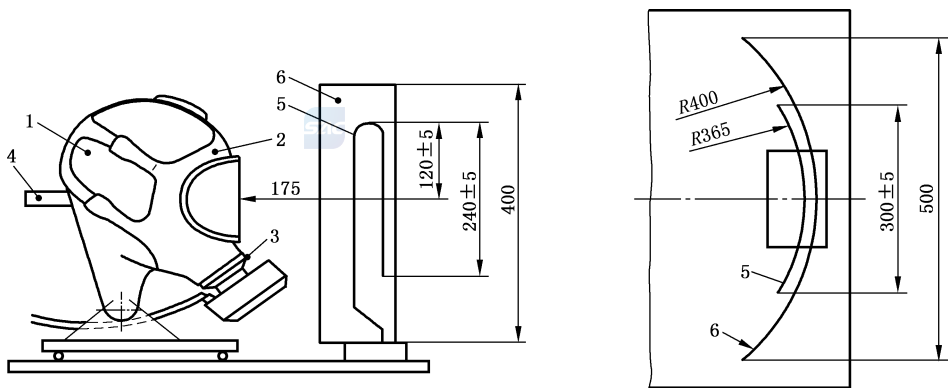
两名穿戴暖和服装的受试者在室温 16℃～32℃下戴上空气呼吸器,进入温度为 (-6 ± 2) ℃的冷冻室内。测试按 6.9.5.1.2 规定的测试步骤连续进行 30 min,或至少进行到警报器启动报警为止,测试中不应脱除空气呼吸器。

6.10 耐热辐射性能测试

6.10.1 测试装置

6.10.1.1 测试装置主要由测试头模、呼吸模拟装置和辐射热源组成,见图 6。热量计用于校准。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——测试金属头模;
- 2——被试样品;
- 3——接头;
- 4——呼吸模拟装置接头;
- 5——辐射热源;
- 6——反射板。

图 6 耐热辐射性能测试装置

6.10.1.2 在约 175 mm 处的中心线测量时,辐射热源应能提供 $7.8 \text{ kW/m}^2 \sim 8.0 \text{ kW/m}^2$ 的热通量。

6.10.1.3 将呼吸模拟装置调整到呼吸频率 20 次/min、潮气量 1.5 L/次。

6.10.2 测试步骤

6.10.2.1 检查全面罩的气密性之后,将全面罩正确地佩戴在金属测试头模上,头模的呼吸接口同呼吸模拟装置相连,面罩佩戴应气密、无变形。

6.10.2.2 调节测试头模,使得全面罩(含供气阀)最靠近热源部位距离辐射热源约 175 mm,全面罩镜片中心位于辐射热源的中心线上。热通量应垂直地照射在全面罩上。

6.10.2.3 用热量计替换戴全面罩的测试头模。将热量计放置在离辐射热源约 175 mm,在照射时全面罩镜片外表面位于辐射热源的中心线上的位置上。必要时,应保持电源稳定。在热量计和辐射热源之间应放置一隔离板。

6.10.2.4 调节辐射热源,使 175 mm 处的辐射热通量达到 $7.8 \text{ kW/m}^2 \sim 8.0 \text{ kW/m}^2$ 。

6.10.2.5 用戴全面罩的测试头模换掉热量计,使镜片中心位于热量计的位置上。测试应在此条件下进行。

6.10.2.6 启动呼吸模拟装置,3 min 之后,移去隔离板(此即测试开始时间)。

6.10.2.7 对全面罩进行测试 20 min,或直到清晰度明显下降,或出现其他使用者可观察到的故障时为止。

6.11 浸水测试

取一台未经预处理完整待用空气呼吸器样品进行测试。

将面罩佩戴在头模上,头模通过软管与呼吸模拟装置连接(呼吸频率 25 次/min、潮气量 2.0 L/次),测试浸水前的呼吸阻力。

SAC 将头模和面罩浸入水下 0.25 m~0.80 m 深处,调整头模和面罩朝向,用以模拟供气阀和呼气阀之间的最大压差,进行 3 次~5 次完整呼吸循环。取出后头模和面罩后,再次测试呼吸阻力。

再次将头模和面罩浸入水下、保持同样浸水深度,变换头模和面罩朝向,用以模拟供气阀和呼气阀之间的最小压差,进行 3 次~5 次完整呼吸循环。取出后头模和面罩后,再次测试呼吸阻力。

测试过程中发现面罩内有水不计入测试不合格的原因,呼吸阻力测试之前,允许清除进水。

6.12 面罩吸入气体中二氧化碳含量测试

6.12.1 按照 GB 2626—2019 中 6.9 规定的方法进行测试。

6.12.2 测试时,应将空气呼吸器完整装配(确保气瓶压力不低于 1 MPa)、面罩正确地佩戴到测试头模上,面罩应气密无变形,需要时,可用 PVC 带或其他合适的密封剂将面罩的周边与测试头模密封。

6.12.3 将呼吸模拟装置调整到呼吸频率 25 次/min、潮气量 2.0 L/次,呼出气体中 CO_2 含量为 $(5.0 \pm 0.1)\%$ 。

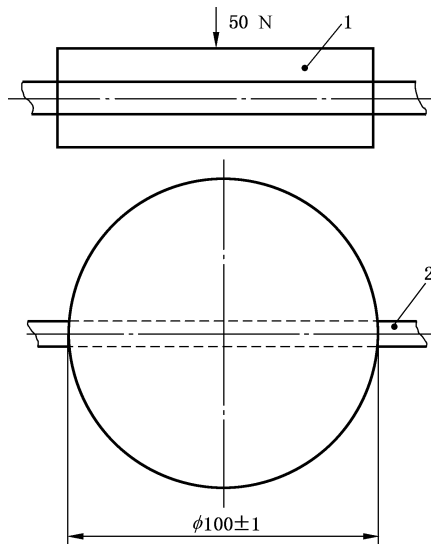
6.12.4 受试样品应进行 3 次测试,其平均值即为吸入气体中的 CO_2 含量。

6.13 中压供气管性能测试

6.13.1 中压供气管耐挤压性能测试

6.13.1.1 测试装置

两个直径 100 mm、厚度至少 10 mm 的圆板,其中一个圆板是固定的,另一个圆板是活动的。活动圆板能加载负荷,使得两个圆板之间可施加 50 N 的力(见图 7)。



标引序号说明：

1——活动圆板；

2——中压供气管。

图 7 中压供气管耐挤压性能测试示意图

6.13.1.2 测试步骤

测试步骤如下：

- 将中压供气管放置在两个圆板的中央,使流量 120 L/min 的空气流经中压供气管；
- 向中压供气管施加 50 N 的力(包括圆板自重所产生的力),再次测量空气流量,计算空气流量的减少情况；
- 测试结束 5 min 后,观察中压供气管是否有明显扭曲现象。

6.13.2 中压供气管耐压性能测试

向中压供气管内注入减压器安全阀工作压力的 2 倍压力或 3 MPa 的压力(两者之间数值高者),保持 15 min,观察有无漏气和异常变形现象。

6.14 连接强力测试

6.14.1 全面罩、供气阀和中压供气管的结合强力

按 GB 2890—2022 附录 D 中 D.6 的固定方式,将全面罩在头模上进行佩戴固定,将全面罩、供气阀、中压供气管、连接件(如配备)、连接管(如配备)按照正常装配方式连接,向中压供气管或连接管(连接减压器的一端)施加轴向力 250 N(沿供气阀轴向向前),持续 10 s,观察有无滑脱、断裂、变形和漏气现象。

6.14.2 中压辅助接头和空气呼吸器外接设备连接部件的结合强力

中压辅助接头和空气呼吸器外接部件连接后,两端施加 250 N、持续 10 s 的拉力,观察有无滑脱、断裂、变形和漏气现象。

6.15 高压部件耐压测试

6.15.1 金属高压部件耐压测试

在金属高压部件的输入端加入气瓶公称工作压力的 1.5 倍水压,保持 2 min,观察有无渗漏和异常变形现象。

6.15.2 非金属高压部件耐压测试

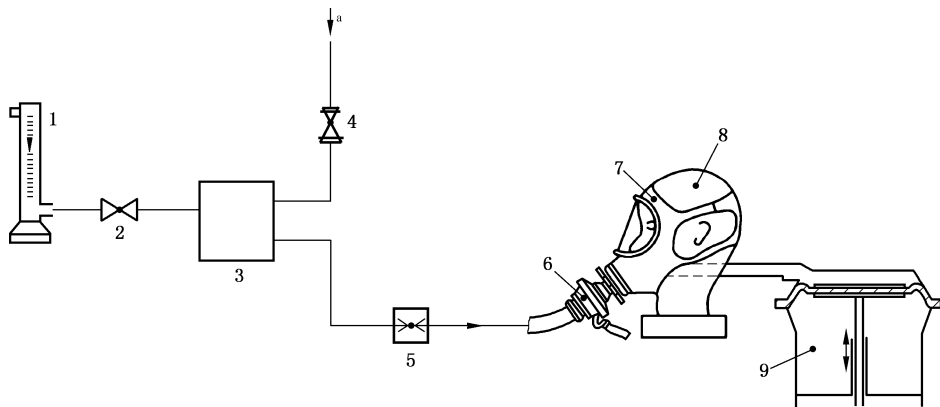
在非金属高压部件的输入端加入气瓶公称工作压力的 2 倍水压,保持 2 min,观察有无渗漏和异常变形现象。

6.16 减压器安全阀性能测试

6.16.1 安全阀开启下的呼吸阻力

将空气呼吸器通过适当方式连接到呼吸模拟装置上,面罩戴到测试头模上。将呼吸模拟装置调节到呼吸频率 25 次/min、潮气量 2.0 L/次。

开启呼吸模拟装置之前,将一合适的流量计连接到安全阀的出口端,向减压器的中压段供给空气。逐渐增大供给空气的压力,直至通过安全阀的空气流量达到 400 L/min 为止。此时,启动呼吸模拟装置,在适当的压力取样点测量呼吸阻力。减压器安全阀测试装置如图 8 所示。



标引序号说明:

- 1——流量计;
- 2——测试安全阀;
- 3——减压器;
- 4——压力调节器;
- 5——压力表;
- 6——供气阀;
- 7——全面罩;
- 8——头模;
- 9——呼吸模拟装置;
- ^a 压缩空气源。

图 8 减压器安全阀测试示意图

6.16.2 安全阀开启压力和关闭压力

安全阀开启压力和关闭压力测试步骤如下：

- 将安全阀的输入端与气压源连接,缓慢均匀地升压,升压速率不应大于 0.01 MPa/s,测量安全阀的开启压力;
- 继续升压,直至安全阀达到全排气状态,测量安全阀的全排气压力;
- 缓慢均匀地降低压力,直至安全阀关闭,测量安全阀的关闭压力。

6.17 压力表性能测试

6.17.1 防水性能测试

将压力表浸入水下 1 m 处保持 30 min,取出后擦干,观察压力表内有无进水现象。

6.17.2 漏气量测试

在气瓶压力为 20 MPa 时,拆下压力表和连接管,装上流量计,完全开启气瓶瓶阀,测量漏气量。

6.18 警报器性能测试

6.18.1 报警性能测试

报警器性能测试步骤如下：

- 室温条件下(见 6.1.3),将空气呼吸器佩戴在呼吸模拟装置上,启动呼吸模拟装置(呼吸频率 25 次/min、潮气量 2.0 L/次),从呼吸器的压力表上读出警报器的启鸣压力值;
- 当警报器发出连续声响警报时,在距警报器 1 m 处测量声压级,当声压级达到 90 dB(A)时测量持续声响时间;当警报器发出间歇声响警报时,在距警报器 1 m 处测量声压级峰值、声响频率、声响时间;
- 观察警报器是否继续报警,直到气瓶压力降至 1 MPa 为止。

6.18.2 平均耗气量测试

将警报器输出端同流量计相连,改变警报器输入端压力,测量警报器启鸣时及输入端压力分别为 4 MPa、3 MPa、2 MPa、1 MPa 时的流量,计算其平均值。

6.18.3 低温报警性能测试

将空气呼吸器置于环境试验箱[(3±1)℃、相对湿度不小于 90%]并佩戴在头模上,经由管路连接到试验箱外的呼吸模拟装置上,设定呼吸模拟装置的呼吸频率为 25 次/min、潮气量为 2.0 L/次。

空气呼吸器恒温 1 h 后,启动呼吸模拟装置,并每隔 5 min,用喷枪从 200 mm 的距离向报警装置喷水 3 s,观察警报器能否正常报警。

6.19 快速充气装置性能测试

6.19.1 输入接头的外形尺寸

用游标卡尺或其他合适测量器具(精度值±0.01 mm)测量其外形尺寸(见图 1)。

6.19.2 连接管的强度测试

在连接管中加入气瓶公称工作压力的 2 倍水压,保持 2 min,观察有无渗漏和异常变形现象。

6.19.3 充气时间

将一只公称容积公称工作压力确定的气瓶(气瓶内压力 0 MPa)安装在呼吸器上,完全打开气瓶瓶阀,另一只相同公称容积、相同公称工作压力的气瓶(充气至公称工作压力)与连接管连接,完全打开气瓶瓶阀。然后将输出接头与输入接头连接,并同时计时,记录压力平衡时的时间。

6.19.4 充气过程中的动态呼吸阻力

将全面罩气密地佩戴在头模上,其呼吸接口同呼吸模拟装置相连,设定呼吸模拟装置呼吸频率为 40 次/min、潮气量 2.5 L/次,测试时间 15 s,然后按 6.19.3 的规定进行充气,当气瓶内压力达到 6 MPa 时启动呼吸模拟装置,测试呼吸阻力值。

6.20 气瓶快换装置性能测试

气瓶快换装置性能测试方法如下:

- 如果气瓶快换装置公端与气瓶阀连接可手动拆装,则应进行连接测试;
- 气瓶快换装置母端与公端连接后,气瓶气压大于公称工作压力的 90%时,浸泡在水中,待空气排尽后,应无气泡;
- 气瓶快换装置接通 10 MPa 供气后,让整套空气呼吸器充满气体后关闭气瓶阀,按照制造商提供的脱离方法操作,公母端应无法脱离;
- 取 4 套气瓶快换装置样品,快换装置母端能与任意公端配合使用,并能够满足 5.24 中 b)、d)和 e)的要求。

6.21 压力平视显示装置性能测试

6.21.1 发射装置与显示装置的配对测试

样品 5 套。先对其中 1 套进行配对,配对成功后,检查工作状态。然后依次用其余 4 套的发射装置与第一套的显示装置进行配对,任何一轮配对,只有最后一次配对成功的发射装置和第一套的显示装置能够连接工作,其余的发射装置和第一套的显示装置不应有连接成功的现象。

6.21.2 连接线与显示装置端、压力传感器端的连接强度测试

沿轴向分别向连接线与显示装置端、连接线与压力传感器端施加 (156 ± 9) N 的力,持续 10 s,观察压力平视显示装置是否正常工作。

6.21.3 低电压状态下工作时间测试

在压力指示灯绿灯常亮工作状态下,对压力平视显示装置的电源进行放电,当电量黄灯闪亮时开始计时,2 h 后观察压力指示灯绿灯是否熄灭。

6.21.4 外壳防护等级测试

防尘测试按 GB/T 4208—2017 中第 13 章的相关规定进行。防水测试按 GB/T 4208—2017 中第 14 章的相关规定进行。或者按 6.3 方法检查制造商提供的相关测试证明。

7 标识、包装和制造商提供信息

7.1 标识

每台空气呼吸器的全面罩、供气阀、减压器、警报器、压力平视显示装置、电子压力表、中压供气管、背具、气瓶、气瓶瓶阀上应有型号及制造商名称或注册商标。

每台空气呼吸器应在其背具上明显、牢固地标识出至少以下信息：

- a) 产品名称、产品标记信息；
- b) 本文件编号和年号；
- c) 制造商名称或商标；
- d) 生产日期和批号。

7.2 包装

7.2.1 产品包装应满足以下要求：

- a) 每台空气呼吸器应有固定的包装箱，包装箱应清洁干燥，具有防震、防压功能，不允许采用能导致空气呼吸器锈蚀或产生有害气体的材料；
- b) 包装箱内应采取防潮措施；分解装箱的部件在箱内应放置适当、布局合理，并应采取固定措施；
- c) 面罩应单独进行包装，面罩镜片应采取防护措施；
- d) 包装箱内应有产品合格证和产品使用说明书。

7.2.2 在最小销售包装上，应以中文清晰、持久的方式标注，或透过透明包装可见至少下述信息：

- a) 名称、商标或其他可辨别制造商的标注；
- b) 产品名称、产品标记信息；
- c) 本文件编号和年号；
- d) 生产日期和批号；
- e) 生产地址和制造商联系信息。

7.3 制造商提供的信息

7.3.1 制造商提供的信息应明确无误，必要时可添加插图、零件号、标记等。

7.3.2 应醒目标识相关警示信息，应包括但不限于：“空气呼吸器须由经过操作培训且合格的人员才能使用”。

7.3.3 应提供使用者在用前需了解的相关信息，应包括但不限于：

- a) 产品标记信息及其说明；
- b) 适用范围和应用限制；
- c) 在使用前的检查内容和方法；
- d) 佩戴和脱下的方法；
- e) 使用方法；
- f) 维护保养说明（至少应包括清洗、消毒、相关标准或用于压力容器的定期检验和试验等）；
- g) 制造商建议的储存条件；
- h) 运输和存储的注意事项（例如，空气呼吸器在运输过程中不应碰撞、重压，运输工具应具有防

雨、防晒功能;以普通货物运输时气瓶应放空。如采用载气状态运输,应符合相关运输部门的规定。空气呼吸器应在清洁、干燥、通风良好的房间内存放。贮存时应装入包装箱内,避免长时间暴晒,且不能与油、酸、碱或其他有腐蚀性的物质一起贮存)。

7.3.4 充装的压缩空气质量应符合 GB 31975。

7.3.5 制造商应说明能够与空气呼吸器连接的中压辅助接头。

7.3.6 制造商应明确提供减压器安全阀的最大设计值。

7.3.7 当中压辅助接头用作从外界中压气源(例如长管压缩空气呼吸器)向空气呼吸器供气的输入接头时,制造商应指定与外界连接气源相匹配的最大和最小中压值。应给出如何关闭空气呼吸器气源的参考资料,以防止气瓶中的气体流失。应提醒使用者,应遵循制造商所提供信息中的详细步骤,以防止遇到更大的危险(例如气体流失)。

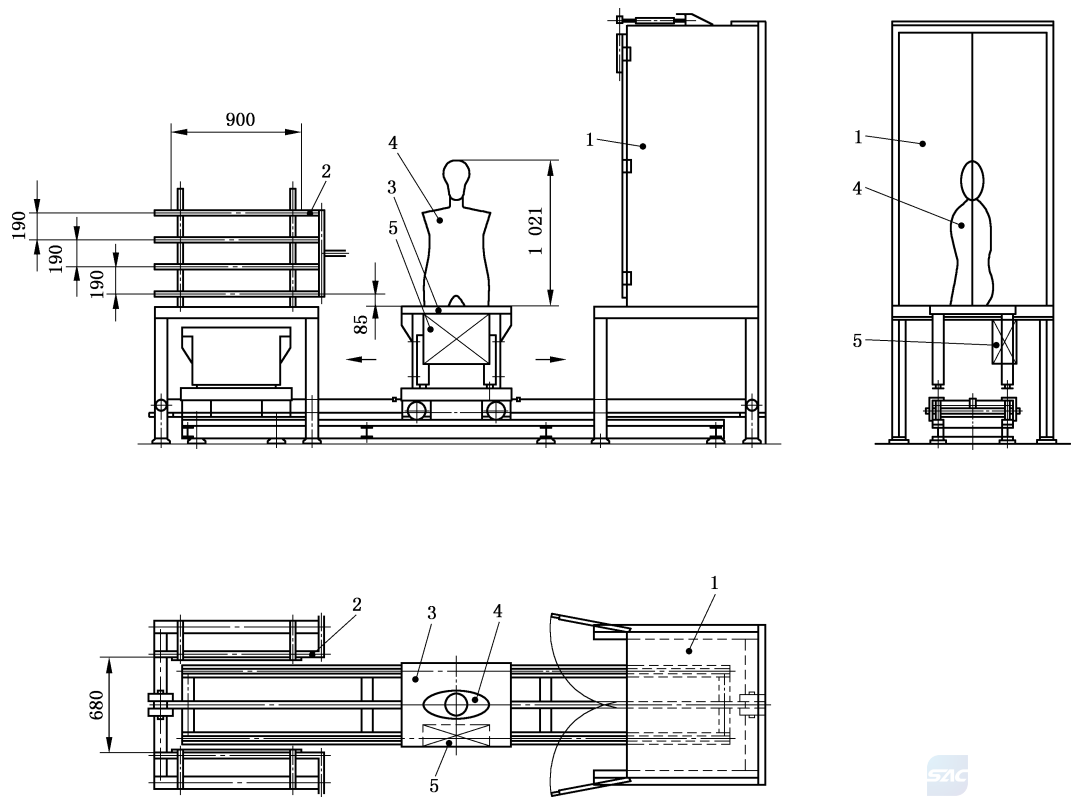
7.3.8 应提醒使用者,当使用中压输出辅助接头进行救援时,由于空气呼吸器与被救人员共用而增加了空气的消耗导致其使用时间的大幅缩短。

附 录 A
(规范性)
火焰吞噬测试方法

A.1 方法概述

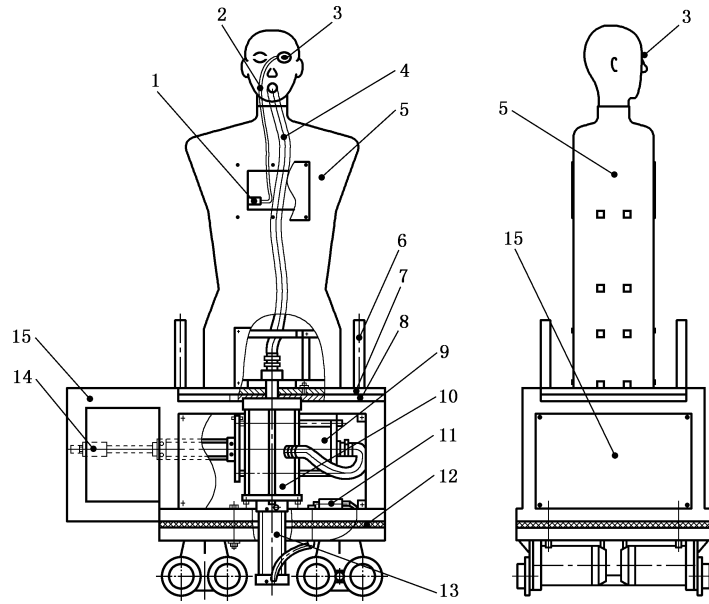
空气呼吸器穿戴在金属人体模型上,经由烘箱预加热后进行火焰吞噬测试并随后进行跌落测试。在整个测试过程中空气呼吸器与呼吸模拟机相连接。火焰吞噬测试装置、燃烧器和金属人体模型的规格参见图 A.1、图 A.2、图 A.3。测试过程中,金属人体模型穿戴符合 XF 10 的消防员灭火服和符合 XF 869 的消防员灭火防护头套(未用于三次以上火焰与温度测试),移除非正常佩戴使用的保护遮盖物,测试过程中金属人体模型头部不佩戴头盔。

单位为毫米



- 标引序号说明:
- 1——预烘箱;
 - 2——燃烧器;
 - 3——带跌落装置的运输小车;
 - 4——金属人体模型;
 - 5——呼吸模拟装置。

图 A.1 火焰吞噬测试装置



标引序号说明：

- | | |
|--------------|-------------|
| 1——压力传感器； | 9——呼吸模拟装置； |
| 2——面罩压力采集管； | 10——抬升气缸； |
| 3——面罩压力采集接头； | 11——换向阀； |
| 4——呼吸导管； | 12——减震垫； |
| 5——金属人体模型； | 13——抬升驱动气缸； |
| 6——抬升板导向柱； | 14——呼吸量调节器； |
| 7——抬升板； | 15——试验车。 |
| 8——承重板； | |

图 A.4 金属人体模型与试验车结构

A.2 测试装置

A.2.1 金属人体模型与试验车

金属人体模型由金属头模和金属躯干组成,安装于试验车上,试验车下部设置有可使金属人体模型垂直升起的升降系统和呼吸模拟装置。金属人体模型内设置压力传感器,与金属头模眼部的压力采集接口相连,见图 A.4。

A.2.2 预热烘箱

预热烘箱应可容纳金属人体模型及其佩戴的空气呼吸器,且能较好保持箱内温度的均一性,可经由循环空气加热实现。烘箱功率应满足烘箱门开关后箱内温度重新达到 $(90 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的时间不超过 1 min。温度变送器的测量范围 $0^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$,最大允差 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

A.2.3 燃烧器(喷嘴)

火焰吞噬由金属人体模型前后两队列喷嘴实现,每列包括 4 个间距 190 mm 的线性喷嘴,每个线性喷嘴总长度 900 mm,具体规格见图 A.2。

A.2.4 燃气

燃气由 95 % (体积分数) 以上丙烷气和空气组成,以 150 kPa 的压力通过直径 4.5 mm 的喷头喷出,且与压力 500 kPa 经由直径 6 mm 喷头喷出的压缩空气再次混合。

燃气混合物和压缩空气应在动态条件下进行设置。

A.2.5 火焰状况

所有喷嘴火焰需实现同时点燃,同时熄灭。

A.2.6 移动小车与坠落装置

移动小车主要用于将金属人体模型及被测样品置于烘箱与火焰吞噬测试装置之中,同时也可将金属人体模型及被测样品升高并实现坠落测试。

A.2.7 测温装置

测温仪的测量范围 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 1\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大允差 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.2.8 压力测试装置

压力传感器:高压传感器测量范围 $0\text{ MPa}\sim 40\text{ MPa}$,线性误差 $\pm 1\%\text{FS}$;低压传感器测量范围 $-2\,000\text{ Pa}\sim +2\,000\text{ Pa}$,线性误差 $\pm 1\%\text{FS}$ 。

A.3 测试条件

测试环境温度为 $(22\pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $25\%\sim 75\%$ 。

A.4 测试前准备

按以下步骤进行测试准备:

- 对测试用呼吸器进行结构检查、呼吸阻力测试,合格继续进行测试,不合格终止测试;
- 将消防员灭火防护服穿到金属人体模型身上,然后将整套呼吸器背负到金属人体模型背上、模拟正常佩戴位置;
- 将面罩佩戴在金属头模上,调整至密合框与金属头模密合;
- 给金属头模套上消防员灭火防护头套,将头套下摆塞入消防员灭火防护服领口,头套的面部开口覆盖到面罩的周边;
- 接通预热箱电源,预热至 $(90\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 开启丙烷及空气气瓶阀门,然后点火。调节丙烷气体及空气的输入流量及压力,使距离燃烧喷嘴组最前端 250 mm 处的火焰温度达到 $(950\pm 50)\text{ }^{\circ}\text{C}$,关闭燃气电磁阀。

A.5 测试步骤

测试按以下步骤进行:

- 设定呼吸模拟装置呼吸频率为 25 次/min、潮气量 2.0 L/次,完全开启气瓶瓶阀;
- 将试验车移至已预热至 $(90\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中;
- 在烘箱门关闭且温度重新达到 $(90\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时(烘箱关门回温耗时不应超过 1 min),启动呼吸模拟装置,开始持续时间 $(15\pm 1)\text{ min}$ 的烘烤测试;

- d) 在烘烤测试结束后,将空气呼吸器连同金属人体模型一同从烘箱中移出, (30 ± 5) s 后将呼吸器移至火焰燃烧器的中心处,开启燃气电磁阀并点火;使呼吸器与火焰直接接触,暴露 10 s 后熄灭火焰,观察各部件有无续燃现象,如有续燃现象,应同时记录续燃时间;
- e) 在火焰熄灭 (20 ± 5) s 后,将金属人体模型连同装于其上的呼吸器一起提升至 150 mm ~ 155 mm 的高度,并使其自由落地跌落,观察呼吸器有无从金属人体模型上脱落或气瓶从呼吸器上脱落的现象;
- f) 完整记录整个测试过程中面罩内的压力及呼吸阻力,对于由于跌落测试引起的、或在跌落后的 3 个呼吸循环中测得的超过 5.5 呼吸阻力要求的部分数值,可以忽略不计。



参 考 文 献

- [1] XF 10 消防员灭火防护服
 - [2] XF 124 正压式消防空气呼吸器
 - [3] XF 869 消防员灭火防护头套
 - [4] ISO 16900-10:2015 Respiratory protective devices—Methods of test and test equipment—Part 10:Resistance to ignition,flame,radiant heat and heat
 - [5] ISO 17420-2:2021 Respiratory protective devices—Performance requirements—Part 2:Requirements for filtering RPD
 - [6] EN 136:1998 Respiratory protective devices—Full face masks—Requirements,testing,marking
 - [7] EN 137:2006 Respiratory protective devices—Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask—Requirements,testing,marking
 - [8] EN 13274-2 Respiratory protective devices—Methods of test—Part 2:Practical performance tests
 - [9] EN 13274-3 Respiratory protective devices—Methods of test—Part 3:Determination of breathing resistance
 - [10] EN 13274-4 Respiratory protective devices—Methods of test—Part 4:Flame tests
 - [11] NFPA 1981 Standard on open-circuit self-contained breathing apparatus for fire and emergency services,2002 edition
-



